

ФАРМАКОГНОЗИЯ И БОТАНИКА

УДК 615.322:581.6

Н. В. Лапова, Г. Н. Бузук

ВЛИЯНИЕ УСЛОВИЙ СУШКИ И СОДЕРЖАНИЯ ФЛАВОНОИДОВ НА ЦВЕТОВЫЕ ПАРАМЕТРЫ ТРАВЫ ЧЕРЕДЫ ОЛИСТВЕННОЙ

Витебский государственный ордена Дружбы народов медицинский университет,
г. Витебск, Республика Беларусь

Цель – изучить влияние условий сушки и содержания флавоноидов на цветовые параметры травы череды олиственной. Установлено, что единственным цветовым параметром, имеющим сильную линейную связь с температурой сушки независимо от ее режима, являлся показатель L (яркость). В то же время повышение температуры сушки с вентиляцией приводит к нелинейным изменениям других цветовых параметров и их соотношений (цветовых параметров a и b , цветового тона H , насыщенности C , соотношений каналов $Lab1$, $Lab2$, $Lab3$ и $Lab4$). Для сушки без вентиляции умеренная нелинейная связь выявлена только для цветовых параметров H и $Lab2$. Для травы череды олиственной, высушенной без вентиляции, линейных связей между цветовыми параметрами и содержанием флавоноидов не выявлено. В то же время для всех цветовых параметров и их соотношений, за исключением показателей b и C , имеются сильные нелинейные связи. Для травы череды олиственной, высушенной с вентиляцией, выявлена умеренная линейная зависимость цветовых параметров b и $Lab1$ от содержания флавоноидов и умеренная нелинейная связь для показателя a . Сильная линейная зависимость, которую можно использовать для прогнозирования содержания флавоноидов в траве череды олиственной, была установлена только для цветового параметра «насыщенность C ».

Ключевые слова: трава череды олиственной, сушка, флавоноиды, цветовые параметры.

ВВЕДЕНИЕ

Цветовые параметры растительного сырья – уникальные показатели его качества. Установив их, можно определить соотношение различных частей растения для морфологической группы растительного сырья «травы», соотношение компонентов сбора, спрогнозировать содержание биологически активных веществ в лекарственном растительном сырье [1, 2].

Поиск связей цветовых параметров с содержанием действующих веществ показал, что для морфологической группы «корневища с корнями» такие связи немногочисленны. Однако есть сильные линейные и нелинейные связи между содержанием проантоцианидинов, фенольных соединений и алкалоидов и RGB-каналов в процессе ускоренного старения для морфологической группы «листья» [3, 4]. Кроме того, выявлена сильная линейная связь между содержанием фенольных со-

единений в листьях березы и цветовым параметром «насыщенность» [5]. Данных о связи цветовых параметров и содержанием биологически активных веществ для морфологической группы «травы» пока не имеется.

Ранее нами было показано, что температура и режим сушки травы череды олиственной влияют на содержание действующих веществ в данном лекарственном растительном сырье, а также значение цветового различия CIELAB color differences (ΔE) [6].

Целью данной работы является изучение влияния условий сушки и содержания флавоноидов на цветовые параметры травы череды олиственной.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Объектом исследования являлась трава череды олиственной. Сушку заготовленного сырья осуществляли не позднее, чем

через 1 час после заготовки, раскладывая тонким слоем. Для сушки с вентиляцией использовали электросушилку River KYS-329В при температуре 40, 50, 60 и 70 °С. Для сушки сырья без вентиляции при температуре 40, 60, 80 и 100 °С использовали шкаф сушильный электрический. Сырье считали высушенным, если стебли легко ломались, а цветки и листья растирались между пальцами.

Содержание флавоноидов определяли, используя методику, изложенную в частной статье «Череды трава» Государственной фармакопее Республики Беларусь [7].

Для определения цветовых параметров сырья порошки помещали в пластиковый планшет с контейнерами диаметром 3 см, выравнивали поверхность и слегка уплотняли постукиванием по дну планшета, а затем сканировали в затемненном месте на планшетном сканере EPSON Perfection 1270 (RGB, 24 bit, 400 dpi) при открытой крышке. Полученные изображения конвертировали в цветовую модель Lab.

Из каждого изображения выделяли фрагменты, равные по площади. Для полученных фрагментов рассчитывали средние значения интенсивности раздельно по **L**, **a**, **b** каналам, цветовой тон **H** и насыщенность **S**.

Дополнительно были рассчитаны соотношения каналов для **Lab** цветового пространства (уравнения 1–4) [8].

$$\text{Lab1} = a \cdot b \quad (1)$$

$$\text{Lab2} = a/b \quad (2)$$

$$\text{Lab3} = 1000 \cdot a / (L + b) \quad (3)$$

$$\text{Lab4} = 2000 \cdot a / (L \cdot b) \quad (4)$$

Для установления влияния температуры сушки и содержания флавоноидов на изменчивость указанных цветовых параметров рассчитывали уравнения регрессии для полиномов первой и второй степени. Считали, что при $r = 0,95\text{--}0,99$ связь сильная, $r = 0,90\text{--}0,94$ – умеренная, когда закономерность изменения стремится к линейной или нелинейной зависимости. При меньших значениях r связь считали невыраженной.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Ранее мы уже оценивали влияние режима и температуры сушки на содержание биологически активных веществ в траве череды олиственной в диапазоне до 60 °С [6].

В условиях, исключающих вентиляцию, содержание флавоноидов в исследуемом лекарственном растительном сырье, высушенном при температуре 60 °С, значительно ниже, чем в сырье, подвергнутом сушке при температуре 40 °С. При дальнейшем повышении температуры сушки в этих условиях снижение содержания флавоноидов не наблюдается ($t_{\text{эксп}} < t_{\text{крит}}$).

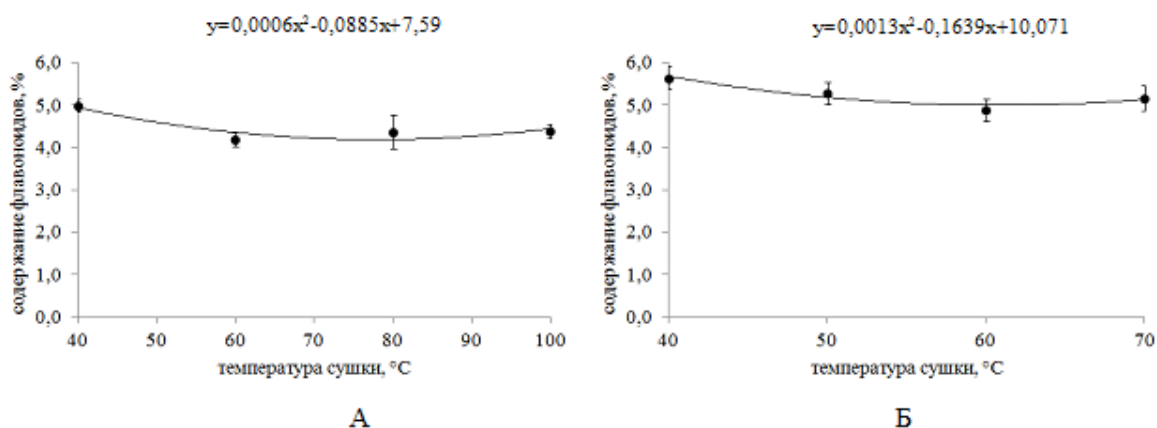
В условиях сушки травы череды олиственной с принудительной вентиляцией температура существенно влияла на содержание флавоноидов в растительном сырье. Повышение температуры сушки во всем исследуемом диапазоне приводило к значимому снижению содержания флавоноидов в траве череды олиственной ($t_{\text{эксп}} > t_{\text{крит}}$).

Во всем диапазоне температур содержание флавоноидов в траве череды олиственной, высушенной без вентиляции, было значительно ниже, чем в растительном сырье, подвергнутом сушке с принудительной вентиляцией.

Однако независимо от режима сушки содержание флавоноидов и температура сушки имели умеренную нелинейную связь (рисунок 1).

Единственным цветовым параметром, имеющим сильную линейную связь с температурой сушки, являлся показатель **L** (яркость) (рисунок 2).

При этом закономерность изменения цветового параметра **L** в данном случае носила разный характер в зависимости от режима сушки. При сушке травы череды олиственной с вентиляцией данный параметр увеличивался, т.е. увеличивалась яркость цвета, описываемого параметрами **a** и **b**. При сушке без вентиляции данный параметр уменьшался, т.е. уменьшалась яркость цвета, придавая сырью более темные оттенки. В диапазоне температур 40–50 °С значения цветового параметра **L** различались незначительно. Повышение температуры приводило к существенной разнице между значениями данного цветового параметра для образцов травы череды олиственной, высушенной в различных условиях: с вентиляцией и без нее. Такие различия в закономерности изменения цветового параметра **L** могут косвенно отражать разные процессы изменения компонентного состава травы череды олиственной в процессе сушки при температуре выше 50 °С в разных режимах.



А – без вентиляции ($r = 0,9084$); Б – с принудительной вентиляцией ($r = 0,9475$)
Рисунок 1. – Изменение содержания флавоноидов в траве череды олиственной в зависимости от режима и температуры сушки

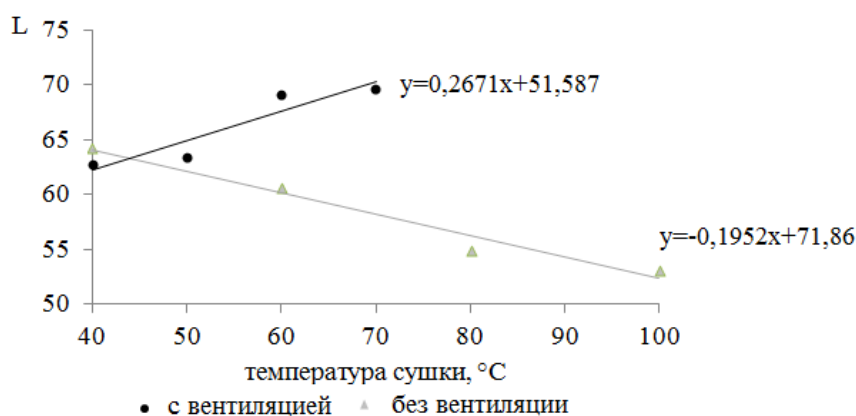


Рисунок 2. – Изменчивость цветового параметра **L** травы череды олиственной в зависимости от режима и температуры сушки

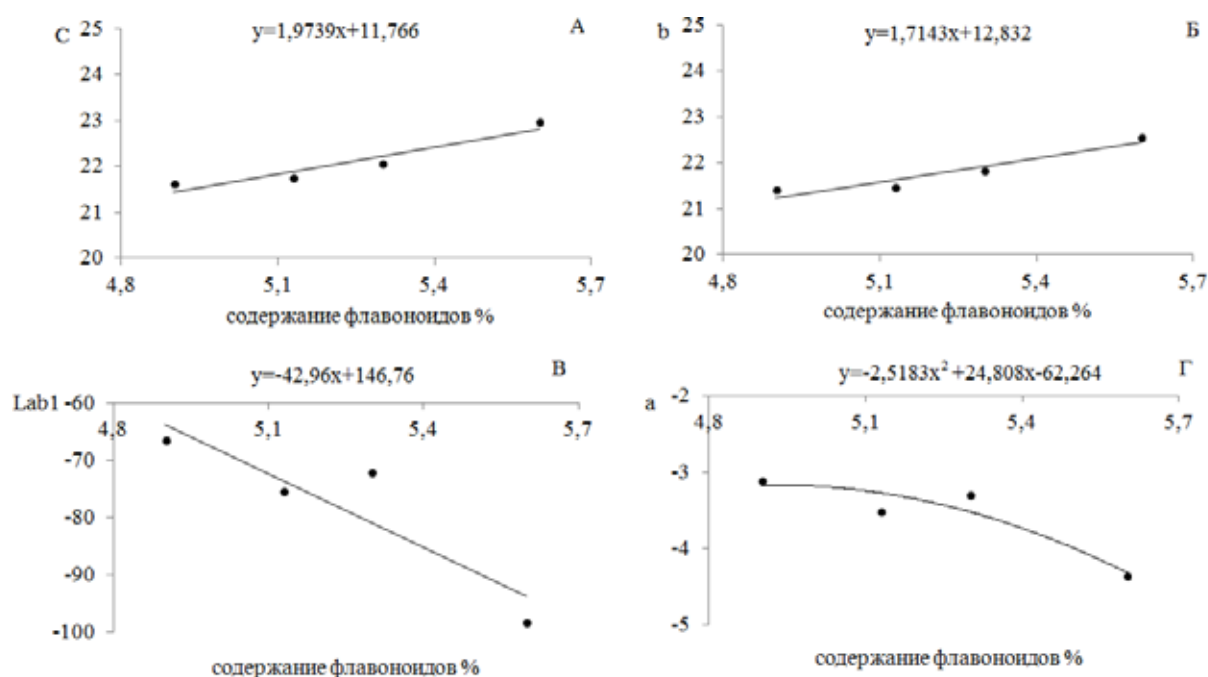
Все другие цветовые параметры, а также их соотношения зависели от температуры сушки с вентиляцией нелинейно ($r > 0,9850$ для всех показателей и соотношений). Для сушки без вентиляции умеренная нелинейная связь выявлена только для цветовых параметров **H** и **Lab2** (r соответственно 0,9279 и 0,9284).

При оценке влияния содержания флавоноидов в траве череды олиственной на цветовые параметры сырья установлено, что для образцов, высушенных с вентиляцией, характерна сильная линейная зависимость цветового параметра **C** от содержания данной группы биологически активных веществ ($r = 0,9500$). Параметры **b** и **Lab1** имели умеренную линейную связь с содержанием флавоноидов (r соответственно 0,9480 и 0,9022), параметр **a** – умеренную нелинейную ($r = 0,9344$). Для других цветовых параметров и их соотношений зависимости от содержания флавоноидов не выявлено (рисунок 3).

Цветовой параметр **a**, описывающий красно-зеленую гамму, при уменьшении содержания флавоноидов при более высоких температурах сушки с вентиляцией смещался преимущественно в красную часть спектра. В то же время цветовой параметр **b**, описывающий желто-синюю гамму, в этих условиях больше стремился к синей части спектра. Подобные смещения объясняют потемнение до коричневых оттенков травы череды олиственной при более высоких температурах сушки с вентиляцией.

Наличие сильной линейной связи между содержанием флавоноидов в траве череды олиственной и цветовым параметром **C** позволяет по данному показателю растительного сырья после его сушки с вентиляцией прогнозировать изменение содержания данной группы биологически активных веществ.

Похожие результаты были получены



А – С; Б – b; В – Lab1; Г – a

Рисунок 3. – Изменение цветовых параметров травы череды олиственной, высушенной с вентиляцией, в зависимости от содержания флавоноидов

ранее для листьев березы [5], где сильная линейная связь была отмечена для цветового параметра С и параметр **b** имел умеренную линейную зависимость от содержания суммы фенольных соединений.

Для травы череды олиственной, высушенной без вентиляции, линейных связей между цветовыми параметрами и содержанием флавоноидов не выявлено. Тем не менее, в большинстве случаев обнаружена сильная нелинейная зависимость цветовых параметров от содержания данной группы биологически активных веществ.

При уменьшении содержания флавоноидов при сушке без вентиляции отмечена тенденция к уменьшению значений цветового параметра **L**, т.е. уменьшалась яркость цвета, придавая сырью более темные оттенки. Кроме того, цветовой параметр **a** в данном случае смещался в более красную область спектра. Для травы череды олиственной, подвергшейся сушке без вентиляции, не выявлено связей между содержанием флавоноидов и цветовыми параметрами **b** и **C**.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Установлено, что изменение температуры и режима сушки травы череды олиственной нелинейно влияет на содержание

флавоноидов в данном виде лекарственного растительного сырья. При этом содержание флавоноидов в образцах, подвергшихся сушке без вентиляции, во всем диапазоне температур было значимо ниже, чем в образцах, высушенных с принудительной вентиляцией.

Единственным цветовым параметром, имеющим сильную линейную связь с температурой сушки, являлся показатель **L**. Другие цветовые параметры, а также их соотношения зависели от температуры сушки с вентиляцией нелинейно, для сушки без вентиляции умеренная нелинейная связь выявлена только для цветовых параметров **H** и **Lab2**.

Для травы череды олиственной, высушенной с вентиляцией, выявлена сильная линейная зависимость цветового параметра **C** от содержания флавоноидов; для параметров **b** и **Lab1** отмечена умеренная линейная зависимость, для параметра **a** – умеренная нелинейная.

Для травы череды олиственной, высушенной без вентиляции, линейных связей между цветовыми параметрами и содержанием флавоноидов не выявлено. Тем не менее, в большинстве случаев обнаружена сильная нелинейная зависимость цветовых параметров от содержания данной группы биологически актив-

ных веществ, за исключением цветковых параметров **b** и **C**.

Таким образом, по цветовому параметру **C** травы череды олиственной, подвергшейся сушке с принудительной вентиляцией в диапазоне температур 40–70 °С, возможно прогнозировать изменение содержания в ней флавоноидов.

SUMMARY

N. V. Lapava, G. N. Buzuk INFLUENCE OF DRYING CONDITIONS AND FLAVONOID CONTENT ON COLOR PARAMETERS OF *BIDENS FRONDOSA* HERB

The aim is to study the effect of drying conditions and flavonoid content on the color parameters of *Bidens frondosa* herb. It was found that **L** parameter (brightness) was the only color parameter having a strong linear relationship with the drying temperature, regardless of the mode. At the same time, an increase in the drying temperature with ventilation leads to nonlinear changes in other color parameters and their ratios (color parameters **a** and **b**, color tone **H**, colour saturation **C**, channel ratio **Lab1**, **Lab2**, **Lab3** and **Lab4**). For drying without ventilation moderate non-linear relationship was revealed only for the color parameters **H** and **Lab2**. For *Bidens frondosa* dried without ventilation, no linear relationships between color parameters and flavonoid content were found. At the same time there are strong nonlinear relationships for all color parameters and their ratios with the exception of **b** and **C** parameters. For *Bidens frondosa* herb dried with ventilation moderate linear dependence of color parameters **b** and **Lab1** on the content of flavonoids and moderate non-linear dependence for **a** parameter were revealed. Strong linear dependence that can be used to predict the content of flavonoids in *Bidens frondosa* herb was found only for color parameter **C** (saturation).

Keywords: *Bidens frondosa* herb, drying, flavonoids, color parameters.

ЛИТЕРАТУРА

1. Вернигорова, М. Н. Цветометрическая методика определения компонентного состава порошков травы череды трехраздельной (*Bidens tripartita* L.) / М. Н. Вернигорова, Г. Н. Бузук // Вестник фармации. – 2013. – № 4 (62). – С. 28–33.

2. Герасимов, А. В. Применение программы «Colors» для определения цветковых параметров растительного сырья / А. В. Герасимов, Я. С. Бурыйгина // Материалы Всероссийского семинара «Новые достижения в химии и химической технологии растительного сырья», 28–29 марта 2002 г. – Барнаул. – 2002. – С. 126–129.

3. Ёршик, О. А. Взаимосвязь содержания проантоцианидинов, фенольных соединений с цветовыми параметрами листьев, корневищ с корнями сабельника болотного при ускоренном старении / О. А. Ёршик, Г. Н. Бузук // Вестник фармации. – 2009. – № 1. – С. 28–41.

4. Погоцкая, А. А. Изменчивость алкалоидного состава листьев маклейи сердцевидной (*Macleaya Cordata*) в процессе ускоренного старения / А. А. Погоцкая, Г. Н. Бузук // Вестник фармации. – 2010. – № 3 (49). – С. 40–48.

5. Минькевич, Е. К. Влияние условий сушки листьев березы на содержание фенольных соединений и цветковые параметры сырья / Е. К. Минькевич, Н. В. Корожан, Г. Н. Бузук // Вестник фармации. – 2020. – № 2 (88). – С. 40–46.

6. Корожан, Н. В. Изменения компонентного состава надземной части *Bidens frondosa* (Asteraceae) в зависимости от условий сушки / Н. В. Корожан, Г. Н. Бузук // Растительные ресурсы. – 2015. – № 3. – С. 426–435.

7. Государственная фармакопея Республики Беларусь (ГФ. РБ II) : В 2 т. Т. 1. Общие методы контроля лекарственных средств / М-во здравоохран. Респ. Беларусь, УП «Центр экспертиз и испытаний в здравоохранении»; под общ. ред. А. А. Шерякова. – Молодечно: Тип. «Победа», 2012. – 1220 с.

8. Usual and unusual CIELAB color parameters for the study of peat organic matter properties: Tremoal do Pedrido bog (NW Spain) / P. Sanmartín [et al.] // Journal of Physics: Conference Series: 23rd Congress of the International Commission for Optics (ICO 23). – 2015. – P. 1–8.

Адрес для корреспонденции:

210009, Республика Беларусь,
г. Витебск, пр. Фрунзе, 27,
УО «Витебский государственный ордена Дружбы
народов медицинский университет»,
декан фармацевтического факультета,
тел. раб.: 8 (0212) 60 14 05,
Лапова Н. В.

Поступила 17.11.2020 г.